

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

B3

(11)Publication number : 08-315843

(43)Date of publication of application : 29.11.1996

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 07-123581

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 23.05.1995

(72)Inventor : NAKAJIMA RIICHI  
HAMADA AKIRA  
NAKAOKA TORU  
MIYAKE YASUO

## (54) STARTING METHOD OF SOLID HIGH POLYMER TYPE FUEL CELL

## (57)Abstract:

PURPOSE: To shorten starting time while preventing damage of an anode layer by speedily eliminating it even if an anode side channel is blocked up by water at starting in a solid high polymer type fuel cell operated while adding water to fuel gas.

CONSTITUTION: Open circuit voltage of a fuel cell main body is measured, and whether or not a measured value is not less than predetermined preset open circuit voltage is judged. When it is not less than the preset open circuit voltage, a detecting load is inputted, and voltage of the fuel cell main body is measured by a voltmeter. Whether or not the measured value is not less than preset load voltage is judged. Only fuel gas is supplied to an anode side channel until the measured value becomes equal to or higher than the preset load voltage. When the measured value becomes equal to or higher than the preset load voltage, supply of a gas-liquid mixture is started to the anode side channel, and supply of electric power is started to an external load, and ordinary operation starts.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-315843

(43) 公開日 平成8年(1996)11月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 M 8/04

技術表示箇所

X

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-123581

(22) 出願日 平成7年(1995)5月23日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 中嶋 利一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 濱田 陽

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 中岡 透

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中島 司朗

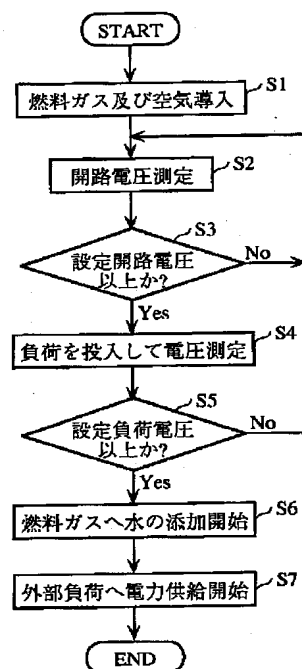
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池の起動方法

(57) 【要約】

【目的】 燃料ガスに水を添加しながら運転する固体高分子型燃料電池において、起動時にアノード側のチャンネルが水で閉塞していてもそれをすみやかに解消することによって、アノード層の損傷を防止しつつ起動時間を短縮することができる起動方法を提供する。

【構成】 制御部は、電池本体の開路電圧を測定し (S2)、測定値が予め設定されている設定開路電圧以上であるか否かを判断する (S3)。設定開路電圧以上であれば、検出用負荷を投入し、電圧計で電池本体の電圧を測定する (S4)。そして、測定値が設定負荷電圧以上であるか否かを判断する (S5)。ステップS5で、測定値が設定負荷電圧以上になるまでは、アノード側チャンネルには燃料ガスだけが供給される。ステップS5での測定値が設定負荷電圧以上になれば、アノード側チャンネルに気液混合物の供給を開始し (S6)、外部負荷に対して電力の供給を開始して (S7)、通常運転に入る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体電解質膜上にアノード層とカソード層が配されてなるセルと、前記アノード層に対向して複数のチャンネルが形成されたガス通路部材とを備え、通常運転時には、前記複数のチャンネルに水が添加された燃料ガスを供給すると共に前記カソード層に酸化剤ガスを供給することにより前記セルで発生した電力を外部へ供給する固体高分子型燃料電池の起動方法であって、前記固体高分子型燃料電池の発電電圧を測定する電圧測定ステップと、前記電圧測定ステップで測定した電圧値が、前記固体高分子型燃料電池の正常な運転状態のときに示す発電電圧に基づいて設定された設定電圧以上であるか否かを判断する電圧比較ステップと、前記電圧比較ステップで設定電圧以上でないとは判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を停止し、設定電圧以上である判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を開始する加水制御ステップとを備えることを特徴とする固体高分子型燃料電池の起動方法。

【請求項2】 前記設定電圧は、固体高分子型燃料電池の正常な運転状態のときに示す開路電圧に基づいて設定されたものであって、前記電圧測定ステップで、固体高分子型燃料電池の開路電圧を測定することを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池の起動方法。

【請求項3】 前記加水制御ステップでは、更に、前記電圧比較ステップで設定電圧以上でないとは判断された場合には外部への電力供給を停止し、設定電圧以上である判断された場合には外部への電力供給を開始するよう、外部への電力の供給及び停止を切換えることを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池の起動方法。

【請求項4】 固体電解質膜上にアノード層とカソード層とが配されてなるセルと、前記アノード層に対向する複数のチャンネル並びに前記カソード層に対向するカソード溝が形成されたセパレータとが積層されてなり、通常運転時には、前記複数のチャンネルに水が添加された燃料ガスを供給すると共に前記カソード溝に酸化剤ガスを供給することによってセルで発生した電力を外部へ供給する固体高分子型燃料電池の起動方法であって、前記固体高分子型燃料電池を複数の積層ブロックに分割した各積層ブロック毎に発電電圧を測定する電圧測定ステップと、前記電圧測定ステップで測定した各電圧値が、各積層ブロックの正常な運転状態のときに示す発電電圧に基づいて設定された設定電圧以上であるか否かを判断する電圧比較ステップと、前記電圧比較ステップで、少なくとも1つの積層ブロックについて設定電圧以上でないとは判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を停止し、全ての積層ブロックに

ついて設定電圧以上である判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を開始する加水制御ステップと、を備えることを特徴とする固体高分子型燃料電池の起動方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固体高分子型燃料電池の起動方法に関する。

【0002】

10 【従来の技術】固体高分子型燃料電池は、固体高分子膜にアノード層とカソード層とを配したセルと、アノード層に燃料ガス（例えば水素リッチな燃料ガス）を供給するためのアノード溝やカソード層に酸化剤ガス（例えば空気）を供給するためのカソード溝が形成された部材とから構成されており、各ガス溝は一般的に、アノード層及びカソード層の全体にガスを行きわたらせると共にアノード層及びカソード層から効率よく集電するため、アノード層及びカソード層に対向して1～2mm程度の幅の複数の細いチャンネルが並んだ形状で形成されている。

20 【0003】ところで、固体高分子型燃料電池は、外部に電力を供給する運転中においては、電解質膜である固体高分子膜の湿潤状態が保持されていなければならないので、固体高分子膜に水分を補給しながら運転している。固体高分子膜に水分補給する方法としては、従来、加湿器等の装置を設けて電池本体に供給される燃料ガスや酸化剤ガスに対して加湿する外部加湿法が多く行われていたが、電池本体内に水を直接添加する内部加湿法も知られている。

30 【0004】内部加湿法では、燃料ガスに水を添加することによって、固体高分子膜の保湿と電池本体の冷却を兼ねたものも開発されており、例えば平1-140562号公報に開示されている固体高分子型燃料電池においては、アスピレータで燃料ガスに霧状の水を供給することによって、固体高分子膜を保湿すると共に、カソード側から十分な水を蒸発させ、電池本体の冷却も兼ねることができるようになっている。

【0005】

40 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、燃料ガスに水を添加しながら運転する固体高分子型燃料電池では、運転を停止した後、アノード溝に水が残留する傾向にあり、特に燃料ガスに水を添加して冷却効果を兼ねた固体高分子型燃料電池の場合には、アノード溝にたくさんの水が残留しやすい。そして、上記のようにガスの通路は通常、複数の細いチャンネル構造となっているので、複数のチャンネルの一部或は全部が残留した水によって閉塞されてしまうという問題が生じていた。

50 【0006】一旦細いチャンネルに水が停止して閉塞してしまうと、再起動させるとき、一部のチャンネルには燃料ガスが流れないという現象が生じ、その分だけセルの発電電圧は低い値しか得られないため、本来の燃料電池の

発電電圧が得られない。またこの場合、チャンネルを閉塞している水は、ある程度、固体高分子膜を透過してカソード層側から蒸発するが、燃料ガスに水が添加されてアノード溝に供給されるため、チャンネルの閉塞は容易に解消されず、アノード溝のチャンネル全体が開通するのに相当長い時間を要する。

【0007】ここで、アノード層やカソード層は、金属触媒を担持したカーボン等で形成されているため、チャンネルが閉塞されている状態のときに大きい負荷電流をかけると、アノード層のカーボンと水とが反応することにより、アノード層が損傷を受けることになる。従って、アノード層の損傷を防ぐことを考慮すると、チャンネルの閉塞状態が長引くに伴って、外部に電力を供給できるようになるまでの時間、即ち起動時間が長びくことになる。

【0008】本発明は、このような課題に鑑み、燃料ガスに水を添加しながら運転する固体高分子型燃料電池において、起動時にアノード側のチャンネルが水で閉塞していてもそれをすみやかに解消することによって、アノード層の損傷を防止しつつ起動時間を短縮することができ

る起動方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、固体電解質膜上にアノード層とカソード層が配されてなるセルと、アノード層に対向して複数のチャンネルが形成されたガス通路部材とを備え、通常運転時には、複数のチャンネルに水が添加された燃料ガスを供給すると共にカソード層に酸化剤ガスを供給することによりセルで発生した電力を外部へ供給する固体高分子型燃料電池の起動方法であって、固体高分子型燃料電池の発電電圧を測定する電圧測定ステップと、電圧測定ステップで測定した電圧値が、固体高分子型燃料電池の正常な運転状態のときに示す発電電圧に基づいて設定された設定電圧以上であるか否かを判断する電圧比較ステップと、電圧比較ステップで設定電圧以上でないと判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を停止し、設定電圧以上である判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を開始する加水制御ステップとを備えることを特徴としている。

【0010】なお、固体高分子型燃料電池が示す電圧は負荷電流によって変化するが、ここでの設定電圧及び発電電圧は、一定の負荷電流に対応するものを指している。また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明に対して、設定電圧は、固体高分子型燃料電池の正常な運転状態のときに示す開路電圧に基づいて設定されたものであって、電圧測定ステップで、固体高分子型燃料電池の開路電圧を測定することを特徴としている。

【0011】また、請求項3記載の発明は、請求項1記載の発明に対して、加水制御ステップでは、更に、電圧比較ステップで設定電圧以上でないと判断された場合に

は外部への電力供給を停止し、設定電圧以上である判断された場合には外部への電力供給を開始するよう、外部への電力の供給及び停止を切換えることを特徴としている。

【0012】また、請求項4記載の発明は、固体電解質膜上にアノード層とカソード層とが配されてなるセルと、アノード層に対向する複数のチャンネル並びにカソード層に対向するカソード溝が形成されたセパレータとが積層されてなり、通常運転時には、複数のチャンネルに水が添加された燃料ガスを供給すると共にカソード溝に酸化剤ガスを供給することによってセルで発生した電力を外部へ供給する固体高分子型燃料電池の起動方法であって、固体高分子型燃料電池を複数の積層ブロックに分割した各積層ブロック毎に発電電圧を測定する電圧測定ステップと、電圧測定ステップで測定した各電圧値が、各積層ブロックの正常な運転状態のときに示す発電電圧に基づいて設定された設定電圧以上であるか否かを判断する電圧比較ステップと、電圧比較ステップで、少なくとも1つの積層ブロックについて設定電圧以上でないと判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を停止し、全ての積層ブロックについて設定電圧以上である判断された場合には、燃料ガスへの水の添加を開始する加水制御ステップと、を備えることを特徴としている。

【0013】

【作用】請求項1記載の発明によれば、設定電圧は、固体高分子型燃料電池の正常な運転状態、即ち複数のチャンネルが閉塞せずに開通している状態での発電電圧に基づいて設定されている。そして、起動時において、電圧測定ステップでは、固体高分子型燃料電池の発電電圧を測定し、電圧比較ステップでは、電圧測定ステップで測定した電圧値が、設定電圧以上であるか否かを判断する。

【0014】加水制御ステップでは、電圧比較ステップで設定電圧以上でないと判断された場合には、チャンネルの閉塞が存在するものと見なし、燃料ガスへの水の添加を停止しチャンネルには燃料ガスだけを供給する一方、設定電圧以上である判断された場合にはチャンネルの閉塞が存在しないものと見なし、燃料ガスへの水の添加を開始する。

【0015】従って、チャンネルが水で閉塞している状態のときには、燃料ガスだけがチャンネルに供給され、チャンネルを閉塞している水は、チャンネルに供給される燃料ガスとカソード溝を流れる酸化剤ガスとによって乾燥され、すみやかにチャンネルの閉塞が解消され、閉塞が解消された段階で燃料ガスへの水の添加が開始される。なお、チャンネルが水で閉塞されている状態においては、燃料ガスに水が添加されなくても、閉塞している水によって固体高分子膜が保湿される。

【0016】一方、チャンネルの閉塞が解消されれば、発電電圧は設定電圧に達するので、燃料ガスへの水の添加が開始される。この段階では、既にチャンネル全体が開通

されているので、チャンネルに供給される燃料ガスに水がたくさん添加されていたとしても、容易にチャンネルが閉塞されることはなく、また、外部に電力を供給してもアノード層は損傷されない。

【0017】従って、アノード層の損傷を防止しながら外部に電力を供給できるまでの時間を短縮することができる。また、請求項2記載の発明によれば、設定電圧は、固体高分子型燃料電池の正常な運転状態のときに示す開路電圧に基づいて設定されたものであり、電圧測定ステップでは、固体高分子型燃料電池の開路電圧が測定される。

【0018】この場合、電圧測定ステップでは、負荷電流が零で発電電圧の測定がなされるので、チャンネルが閉塞されていたとしても、電圧測定に伴うアノード層の損傷も防止される。また、請求項3記載の発明によれば、チャンネルが閉塞している場合は、加水制御ステップでは、電圧比較ステップで設定電圧以上でないと判断され、燃料ガスへの水の添加が停止されると共に外部への電力供給が停止される。一方、チャンネルが閉塞が解除されると、加水制御ステップでは、設定電圧以上である判断され、燃料ガスへの水の添加が開始されると共に外部への電力供給が開始される。

【0019】従って、チャンネルが閉塞した状態のまま、電池本体に外部負荷がかけられることがなく、アノード層の損傷が確実に防止される。また、請求項4記載の発明によれば、固体高分子型燃料電池は、セルとセパレータとが積層されてなる積層構造であって、複数の積層ブロックに分割されている。

【0020】設定電圧は、各積層ブロック毎に、その正常な運転状態（即ち複数のチャンネル全体が開通している状態）における発電電圧に基づいて設定されている。そして、起動時において、電圧測定ステップでは、各積層ブロック毎に発電電圧を測定し、電圧比較ステップでは、電圧測定ステップで測定した電圧値が設定電圧以上であるか否かを各積層ブロック毎に判断し、加水制御ステップでは、電圧比較ステップで少なくとも1つの積層ブロックについて設定電圧以上でないと判断された場合には、チャンネルの閉塞が存在するものと見なし、燃料ガスへの水の添加を停止してチャンネルに燃料ガスだけを供給し、全ての積層ブロックについて設定電圧以上である判断された場合には、チャンネルの閉塞が存在しないものと見なし、燃料ガスへの水の添加を開始する。

【0021】従って、どれか1つの積層ブロックでも、チャンネルが閉塞している状態にあるときには、燃料ガスだけがチャンネルに供給され、チャンネルを閉塞している水は、供給される燃料ガスとカソード溝を流れる酸化剤ガスとによって乾燥され、すみやかにチャンネルの閉塞が解消される。なお、チャンネルが水で閉塞されている状態においては、燃料ガスに水が添加されなくても、閉塞している水によって固体高分子膜が保湿される。

【0022】一方、全ての積層ブロックについてチャンネルの閉塞が解消されて開通状態になれば、燃料ガスへの水の添加が開始される。この状態では、既に全ての積層ブロックについてチャンネルが開通されているので、供給される燃料ガスにたくさんの水が添加されていたとしても、容易にチャンネルが閉塞されることはなく、また、外部に電力を供給してもアノード層は損傷されない。

【0023】従って、アノード層の損傷を防止しながら外部に電力を供給できるまでの時間を短縮することができる。このように、各積層ブロック毎にチャンネルに閉塞があるか否かを判断し、それに基づいて制御しているので、固体高分子型燃料電池の全体の積層数が多い場合においても、各積層ブロック毎のセルの数を適当に設定することによって、チャンネルに閉塞があるか否かを精度よく検知することができる。

【0024】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照しながら具体的に説明する。

（実施例1）

【固体高分子型燃料電池の全体構成の説明】図1は、本発明の起動方法が適用される固体高分子型燃料電池の全体構成を示す斜視図であり、図2は、その模式図である。

【0025】図に示すように、固体高分子型燃料電池1は、燃料ガス（水素リッチな改質ガス）と水との気液混合物及び空気の供給を受けて発電を行う電池本体2と、燃料ガスの供給源である燃料ガスタンク3と、燃料ガスと水とを混合して気液混合物を生成するため電池本体2に取り付けられた気液混合ユニット4と、電池本体2から気液混合物を回収して燃料ガス層と水層とに分離する気液分離器5と、気液混合ユニット4に燃料ガスを送り込む燃料ガスポンプ6と、水を循環させるための水循環ポンプ7と、循環する水を冷却するための熱交換器8と、水の補給を行うための水補給タンク9と、電池本体2に空気を供給する空気供給ファン10と、気液混合ユニット4への水の供給・停止を制御する開閉バルブ11等から構成されている。

【0026】図3は、電池本体2及び気液混合ユニット4の構成を示す分解斜視図である。電池本体2は、固体高分子膜21にアノード層22（図2参照）とカソード層23とを配してなる複数枚（本実施例では6枚）のセル20と、セパレータ30とが互いに積層され、一対の端板40、41で押さえられて構成されている。セパレータ30のアノード層22と対向する側には複数のアノード側チャンネル31が形成され、カソード層23と対向する側には複数のカソード側チャンネル32（図2参照）が形成されている。本実施例では、両チャンネル31、32の幅及び深さは共に1.5mm、隣合うチャンネルの間隔もそれと同程度に設定されている。

【0027】なお、図3では、アノード層22及びカソ

ード側チャンネル32は、カソード層23及びアノード側チャンネル31の背面にあって見えない。また、図示はしないが、アノード層22とアノード側チャンネル31との間には、滌水処理を施した集電体が介挿され、カソード層23とカソード側チャンネル32との間にも集電体が介挿されている。

【0028】固体高分子膜21は、長方形形状のイオン交換膜であって、ナフィオン115 (USA Du Pont社製、厚み: 0.13mm) が用いられている。アノード層22、カソード層23は、共に白金担持カーボンを材料とした所定の厚さの層であって、固体高分子膜21の中央部にホットプレスによって密着されており、所定の白金担持量 ( $0.7\text{ mg/cm}^2$ ) に調整されている。そして、固体高分子膜21の4つ角の部分には、内部マニホールドを形成するための4つの円形の窓24~27が形成されている。

【0029】セパレータ30は、固体高分子膜21と同等の大きさであって、アノード側チャンネル31は上下方向に、カソード側チャンネル32は水平方向に形成されている。また、セパレータ30にも、同様に内部マニホールドを形成するための4つの円形の窓34~37が形成されている。窓34と窓35とはセパレータ30の対角線方向に位置しており、窓34とアノード側チャンネル31と窓35とを連通させるために、アノード側チャンネル31の上端に沿ったマニホールド溝38及びアノード側チャンネル31の下端に沿ったマニホールド溝39とが形成されている。

【0030】同様に、窓36と窓37ともセパレータ30の対角線方向に位置し、カソード側チャンネル32の両横端に沿って、窓36及び窓37を連通するマニホールド溝が設けられている。また、一方の端板40にも同様の窓43~47 (図1参照) が開設されており、これらの孔によって、電池本体2には、積層方向に長く端板40側に開口部を有する4つの円筒状のマニホールド、即ち、窓24、34、44からなる上部マニホールド14と、窓35、45等からなる下部マニホールド15と、窓26、36、46からなる上部マニホールド16と、窓27、37、47からなる下部マニホールド17とが形成されている。

【0031】本実施例では、上部マニホールド14が混合物供給用、下部マニホールド15が混合物排出用、上部マニホールド16が空気供給用、下部マニホールド17が空気排出用として用いられる。気液混合ユニット4は、混合物供給用の上部マニホールド14に装着されており、上部マニホールド14内に滞留している水に燃料ガスを吹き込む円柱状のバブラー51と、バブラー51を上部マニホールド14内に支持するための円筒支持棒52と、上部マニホールド14の入口を閉じる円筒蓋部53とから構成されている。

【0032】図4は、上部マニホールド14及び気液混

合ユニット4の内部構造を示す断面図である。図3、4に示すように、バブラー51は、上部マニホールド14とほぼ同等の長さを有し、メッシュ径 $5\mu\text{m}$ の焼結金属で形成されており、円筒蓋部53を貫通するガス入口部54から送り込まれる燃料ガスを、円筒支持棒52内に滞留する水に細かく分散することができるようになって

【0033】円筒支持棒52は、上部マニホールド14に丁度はまり込む大きさの円筒状棒体であって、マニホールド溝38と対面する側には、開口部52aが開設されており、バブラー51は円筒支持棒52によって上部マニホールド14の中心付近に支持されている。円筒蓋部53は、端板40の窓44にはめ込まれることによって固定され上部マニホールド14の入口を塞ぐように形成されており、円筒支持棒52内に水を取り入れる水入口55が取り付けられている。

【0034】再び図1、2を参照して説明する。気液分離器5は、密閉容器60の側部に回収混合物入口61が、また上部に燃料ガス入口63と燃料ガス出口64とが、また底部に補給水入口62と水出口65とが取り付けられて構成されている。また、下部マニホールド15と回収混合物入口61とは、配管71で連結され、燃料ガス出口64と気液混合ユニット4のガス入口部54とは、燃料ガスポンプ6が途中に介在する配管72で連結され、水出口65と気液混合ユニット4の水入口55とは、熱交換器8及び水循環ポンプ7が途中に介在する配管73で連結されている。

【0035】また、燃料ガスタンク3と燃料ガス入口63とは、圧力調節弁3aを介して配管74で連結されており、圧力調節弁3aによって密閉容器60内が一定の圧力に保たれるよう燃料ガスが供給されるようになって

図5は、固体高分子型燃料電池1の制御を行うための回路を示す図である。図に示すように、固体高分子型燃料電池1には、電池本体2の電圧を測定する電圧計80と、負荷電流をかけた電池本体2の電圧を測定するための所定抵抗値を有する検出用負荷81と、電池本体2からの電力を所定の電圧に変換して外部負荷100に供給するコンバータ82と、電池本体2の電力を検出用負荷81及びコンバータ82への供給をON/OFFするスイッチ83と、電池本体2を検出用負荷81側へ接続するかコンバータ82側へ接続するかを切り換える切替スイッチ84と、電圧計80の測定値に基づいてスイッチ83、切替スイッチ84等を操作する制御部90とが備えられている。また、図5には示さないが、制御部90は、燃料ガスポンプ6、水循環ポンプ7、空気供給ファン10、開閉バルブ11等も操作し、運転の制御を行うようになっている。

【0036】〔固体高分子型燃料電池1の通常運転時の動作の説明〕通常の運転時には、制御部90は、燃料ガスポンプ6、水循環ポンプ7、空気供給ファン10を駆

動し、開閉バルブ11を開放し、気液混合ユニット4に水と燃料ガスとを供給する。また、制御部90は、スイッチ83をON、切替スイッチ84をコンバータ82側に接続し、電池本体2で発電された電力を、コンバータ82を介して外部負荷100に供給する。

【0037】気液混合ユニット4では、水入口55から供給された水が、円筒支持枠52内（上部マニホールド14内）に滞留し、ガス入口部54から供給される燃料ガスがその水の中に分散されることによって気液混合物が生成する。そして、生成した気液混合物は、各マニホールド溝38を通してアノード側チャンネル31に分配され、発電に用いられながらアノード側チャンネル31を通過し、各マニホールド溝39で合流して下部マニホールド15から排出される。

【0038】このように気液混合物がアノード側チャンネル31を通過するので、固体高分子膜21に水分が補給されると共に、気液混合物が冷却水と同様の働きをなして電池本体2を冷却する。なお、上述したようにアノード層22とアノード側チャンネル31との間には、澆水処理を施した集電体が介挿されているので、長時間運転しても、アノード層22が気液混合物に水没することなく、アノード層22の反応サイトに燃料ガスが供給される。

【0039】セル20では、このアノード層22に供給される燃料ガスと、空気供給ファン10からカソード側チャンネル32を通してカソード層23に供給される空気とを用いて発電する。そして、電池本体2で発電された電力は、コンバータ82で電圧変換され、外部負荷100に供給される。下部マニホールド15から排出された気液混合物は、配管71を通して回収混合物入口61から気液分離器5に入り、燃料ガス層（上層）と水層（下層）とに分離される。また、燃料ガスタンク3から供給される燃料ガスは、燃料ガス入口63から気液分離器5の燃料ガス層に入って回収された燃料ガスと混合され、燃料ガス出口64から送出される。そして、燃料ガス出口64から送出された燃料ガスは、燃料ガスポンプ6で気液混合ユニット4のガス入口部54に送り込まれる。

【0040】一方、気液分離器5で分離された水は、水出口65から熱交換器8を通過することによって規定の温度（例えば常温）に冷却され、水循環ポンプ7で気液混合ユニット4の水入口55に送り込まれる。そして、気液混合ユニット4では、燃料ガスポンプ6で送り込まれた燃料ガスが、水循環ポンプ7で送り込まれた水に吹き込まれ、新たな気液混合物が生成される。

【0041】このように、固体高分子型燃料電池1においては、電池本体2から回収された気液混合物と燃料ガスタンク3からの燃料ガスを用いて、新たな気液混合物が生成されて電池本体2に供給されるようになっている。なお、気液分離器5内の水位が低下すれば、水補給タンク9から補給水入口62に水が補給されるようにな

っているため、セル20を透過してカソード側チャンネル32に蒸発することにより水が失われたとしても、循環する水の量は一定に保たれる。

【0042】また、空気供給ファン10から上部マニホールド16に供給された空気は、入口側のマニホールド溝からカソード側チャンネル32に分配され、発電に用いられながら各カソード側チャンネル32を通過して、出口側のマニホールド溝で合流し、下部マニホールド17から電池本体2の外に排出される。このように、固体高分子型燃料電池1の通常運転時には、気液混合物がアノード側チャンネル31を通過するので、固体高分子膜21に水分が補給される。

【0043】また、アノード側チャンネル31を通過する気液混合物が冷却水と同様の働きをなして電池本体2を強制冷却する。特に、気液混合ユニット4によって生成される気液混合物は、水に燃料ガスが細かく分散されたものであるため、通常の冷却水と同様に電池本体2を効率よく冷却すると共に、燃料ガスがアノード層22に効率よく供給される。

【0044】〔固体高分子型燃料電池1の起動時の動作についての説明〕通常運転が停止されると、気液分離器5の設置位置が電池本体2より低い場合は、アノード側チャンネル31内の混合物が下部マニホールド15から気液分離器5に抜けるが、アノード側チャンネル31内にはある程度の水が残るため、アノード側チャンネル31の閉塞が生じやすい。また、気液分離器5の設置位置が高い場合には、停止時にはアノード側チャンネル31の全体が水で閉塞した状態となりやすい。

【0045】アノード側チャンネル31は細く（幅及び深さが1.5mm）形成されているので、仮にアノード側チャンネル31の一部又は全部に水が滞留して閉塞している状態のときに気液混合物が供給されると、アノード側チャンネル31の一部が閉塞したままの状態、残りのアノード側チャンネル31だけに偏って気液混合物が流れるという現象が生じ、アノード側チャンネル31全体が開通するには長い時間がかかってしまう。

【0046】本実施例では、このような状況を考慮して、起動時には、制御部90は、電圧計80で測定した開路電圧を予め設定されている設定開路電圧と比較することにより、チャンネルに閉塞があるか否かを判断する。そして、閉塞がないと判断されれば、更に、検出用負荷81をかけて、電圧計80で測定した電圧を予め設定されている設定負荷電圧と比較することにより、アノード側チャンネル31に閉塞があるか否かを確認する。そして、アノード側チャンネル31に閉塞がないことを確認した上で、燃料ガスに水を添加し、外部負荷100に電力供給を開始するようになっている。

【0047】ここで、設定開路電圧について説明する。設定開路電圧は、測定した回路電圧がこの設定開路電圧よりも高いければアノード側チャンネル31に閉塞がな

く、高くなければ閉塞があると判断するための基準の回路電圧である。この設定開路電圧は、正常な運転状態、即ち、アノード側チャンネル31の閉塞がなく、アノード側チャンネル31全体に燃料ガスが流れている状態で、電池本体2の開路電圧を測定しておき、その値より少し低い値（例えばその値の90%）を設定開路電圧として設定する。

【0048】1つのセル20の開路電圧は、温度によっても変化するが、通常1V程度を示すので、6つのセル20が直列に接続された電池本体2の開路電圧は6V程度を示す。従って、本実施例では、正常な運転状態での開路電圧を6Vと見なして、設定開路電圧を5.4Vで設定する。この場合、例えば、6つのセル20の中、4つが正常な開路電圧1Vを示し、2つがアノード側チャンネル31の閉塞のため開路電圧0.6Vを示したとすると、電池本体2の開路電圧は5.2Vとなり、設定開路電圧5.4Vを下回ることになる。

【0049】設定開路電圧を高い値（6V程度）で設定すれば、アノード側チャンネル31のわずかな閉塞に対しても検出できる代わりに、アノード側チャンネル31の閉塞が解消しているにもかかわらず閉塞が存在すると判断する検出エラーの可能性も大きくなる。一方、設定開路電圧を低く設定しすぎると、アノード側チャンネル31の閉塞が存在するにもかかわらず、それを検出できない検出ミスの可能性が大きくなるので、これらを考慮して、設定開路電圧の設定を行うようにすればよい。

【0050】次に、設定負荷電圧について説明する。設定負荷電圧は、所定の負荷をかけた状態で測定した電圧がこの設定開路電圧よりも高いければアノード側チャンネル31に閉塞がなく、高くなければ閉塞があると判断するための基準の電圧であり、本実施例では、検出用負荷81を用いてこの測定を行う。

【0051】検出用負荷81は、電池本体2に接続されたときに、通常の運転時の1/10程度、即ち数十mA/cm<sup>2</sup>の電流が流れるような抵抗値を有している。そして、正常な運転状態において、検出用負荷81をかけて電池本体2の電圧を測定しておき、その値より少し低い値（例えばその値の90%）を設定負荷電圧として設定する。

【0052】電池本体2に電流を流した状態においては、電流を流さない状態と比べて、アノード側チャンネル31の閉塞による電圧低下はより顕著にあらわれる。従って、負荷電流をかけた状態での電圧に基づく検出により、開路電圧に基づく検出よりも確実にアノード側チャンネル31の閉塞を検出することができる。しかし、アノード側チャンネル31が閉塞している状態で電流を流すとアノード層22が損傷を受ける可能性もあるので、本実施例では、開路電圧を検出した後、再度、負荷電流をかけた状態の電圧で確認を行うようにしている。

【0053】図6は、起動時における制御部90の動作

を示すフローチャートである。このフローチャートに基づいて、図5を参照しながら起動時の動作を説明する。停止時においては、燃料ガスポンプ6、水循環ポンプ7、空気供給ファン10は停止しており、開閉バルブ11は閉じられて気液混合ユニット4に水が供給されないようになっており、スイッチ83はOFF、切替スイッチ84は検出用負荷81側に接続され、外部負荷100には電力が供給されないようになっている。

【0054】起動されると、まず燃料ガスポンプ6及び空気供給ファン10を駆動させて、アノード側チャンネル31に燃料ガスを、カソード側チャンネル32に空気を送り込む（S1）。次に、電圧計80で電池本体2の開路電圧を測定し（S2）、測定値が予め設定されている設定開路電圧以上であるか否かを判断する（S3）。

【0055】ステップS2での測定値が設定開路電圧以上でなければ（S3でNoの場合）、アノード側チャンネル31が水で閉塞しているものと見なし、ステップS2、S3を繰り返す。ステップS3でNoの状態においては、アノード側チャンネル31には燃料ガスだけが供給され、カソード側チャンネル32には空気が流通するので、アノード側チャンネル31を閉塞している水は、供給される燃料ガスによる直接的な乾燥作用（燃料ガスによる蒸発作用や水を吹き飛ばす作用等）、並びに、固体高分子膜21を透過してカソード層23側から空気中に蒸発することによる間接的な乾燥作用によって、すみやかに閉塞が解除される。また、この状態では水は添加されないが、アノード側チャンネル31を閉塞する水によって固体高分子膜21の保湿がなされる。

【0056】そして、アノード側チャンネル31の閉塞が解消され、アノード側チャンネル31全体に燃料ガスが流通するようになれば、電圧計80での測定電圧が、設定開路電圧以上になる。ステップS2での測定値が設定開路電圧以上になれば（S3でYesの場合）、一旦、アノード側チャンネル31は水で閉塞していないものと見なし、スイッチ83を短時間ONにして検出用負荷81を投入し、電圧計80で電池本体2の電圧を測定する（S4）。そして、測定値が設定負荷電圧以上であるか否かを判断する（S5）。

【0057】ステップS4での測定値が設定負荷電圧以上でなければ（S5でNoの場合）、アノード側チャンネル31の閉塞がまだ解除されていないと見なし、ステップS2に戻り、ステップS2～S5を繰り返す。この状態においても、引き続いて乾燥がなされるので、アノード側チャンネル31の閉塞がすみやかに解除されると共に、アノード側チャンネル31を閉塞する水によって固体高分子膜21の保湿がなされる。

【0058】ステップS4での測定値が設定負荷電圧以上であれば（S5でYesの場合）、水循環ポンプ7を駆動し、開閉バルブ11を開く（S6）ことによって、気液混合ユニット4に水の供給を開始する。従って、ア



ノード側チャンネル31には気液混合物の供給が開始される。この段階では、すでにアノード側チャンネル31の閉塞が解除されている状態であるので、気液混合物を供給してもアノード側チャンネル31が容易に閉塞することはない。

【0059】引き続き、スイッチ83をONにすると共に、切替スイッチ84をコンバータ82側に切り換えて、外部負荷100に対して電力の供給を開始して(S7)、通常運転に入る。

(実施例2) 本実施例の固体高分子型燃料電池は、実施例1の固体高分子型燃料電池1と同様であるが、電池本体の積層数が多く、100枚のセル20が積層されている。

【0060】このように積層数が多い場合、各セル20の電圧変化が電池本体の電圧変化に及ぼす影響が小さいので、起動時において、電池本体の発電電圧に基づいてアノード側チャンネル31の閉塞の有無を検出する場合、積層数が大きくなるにつれて検出感度が低下する。例えば、実施例1のように積層数が6の場合には、6つのセル20の中の1つの発電電圧が、アノード側チャンネル31の閉塞によって正常状態の60%(40%低下)になったとすれば、電池本体2の発電電圧は6.7%低下するが、本実施例のように、セル20の積層数が100の場合には、1つのセル20の発電電圧が正常状態の60%になったとしても、電池本体の発電電圧は0.4%しか低下しない。

【0061】このような点を考慮して、本実施例では各積層ブロックに5つのセル20が含まれるよう、電池本体が20個の積層ブロック(No. 1~No. 20)に分割されている。また、固体高分子型燃料電池の制御を行う回路では、No. 1~No. 20の各積層ブロックについて、開路電圧並びに負荷電流をかけた状態での電圧を測定できるようになっており、制御部では、各積層ブロックについて、測定値を設定開路電圧並びに設定負荷電圧と比較してアノード側チャンネル31の閉塞の有無を判断して制御するようになっている。

【0062】本実施例における設定開路電圧並びに設定負荷電圧は、各積層ブロック毎にその値が設定されており、予めNo. 1~No. 20の個々の積層ブロックについて正常な運転状態での発電電圧を測定し、その測定値に基づいて設定されたものである。本実施例の制御部の起動時の制御動作も、図6のフローチャートと同様であるので、このフローチャートに基づいて起動時の説明する。

【0063】ステップS1では、実施例1と同様に動作を行う。次に、No. 1~No. 20の各積層ブロックについて、電圧計で開路電圧を順に測定し、測定値が設定開路電圧以上であるか否かを判断する(S3)。ステップS2で、測定値が設定開路電圧以上でない積層ブロックが1つでもあれば(S3でNoの場合)、アノード

側チャンネル31が水で閉塞しているものと見なし、ステップS2、S3を繰り返す。

【0064】ステップS3でNoの状態においては、アノード側チャンネル31には燃料ガスだけが供給され、カソード側チャンネル32には空気が流通するので、すみやかに閉塞が解除される。この状態では、水は添加されないが、アノード側チャンネル31を閉塞する水によって固体高分子膜21の保湿がなされる。No. 1~No. 20の全ての積層ブロックについて、ステップS2での測定値が設定開路電圧以上になれば(S3でYesの場合)、一旦、アノード側チャンネル31は水で閉塞していないものと見なし、No. 1~No. 20の各積層ブロックについて、順に検出用負荷を投入し電圧計で電圧を測定する(S4)。そして、各積層ブロックについて、測定値が設定負荷電圧以上であるか否かを判断する(S5)。

【0065】ステップS4での測定値が設定負荷電圧以上でない積層ブロックが1つでもあれば(S5でNoの場合)、アノード側チャンネル31の閉塞がまだ解除されていないと見なし、ステップS2に戻り、ステップS2~S5を繰り返す。この状態においても、引き続き乾燥がなされるので、アノード側チャンネル31の閉塞がすみやかに解除されると共に、アノード側チャンネル31を閉塞する水によって固体高分子膜21の保湿がなされる。

【0066】No. 1~No. 20の全ての積層ブロックについて、ステップS4での測定値が設定負荷電圧以上であれば(S5でYesの場合)、水循環ポンプ7を駆動し、開閉バルブ11を開く(S6)ことによって、気液混合ユニット4に水の供給を開始する。従って、アノード側チャンネル31には気液混合物の供給が開始される。この段階では、すでにアノード側チャンネル31の閉塞が解除されている状態であるので、気液混合物を供給してもアノード側チャンネル31が容易に閉塞することはない。

【0067】引き続き、コンバータを介して外部負荷に対する電力の供給を開始して(S7)、通常運転に入る。

(その他の事項) なお、上記実施例1、2では、起動時に、アノード層の損傷を防止するため開路電圧に基づいて閉塞の有無の検出を行った後、より確実に閉塞の有無を検出するため、更に負荷電流をかけた状態での電圧に基づいて検出を行い閉塞がないと判断された段階で水を添加するようにしているが、開路電圧に基づきアノード側チャンネル31の閉塞がないと判断された段階で燃料ガスに水を添加するようにしてもよい。

【0068】また、開路電圧に基づく検出は行わずに、負荷電流をかけた状態での電圧に基づく検出だけを行って制御することも可能である。また、上記実施例1、2の電池本体においては、気液混合ユニット4が上部マニ

ホールド 14 に取り付けられているが、下部マニホール  
ド 15 に取り付けると同様に実施することができる。

【0069】また、上記実施例 1、2 の電池本体におい  
ては、内部マニホールドを有し、それに気液混合ユニ  
ットが設置されているが、外部マニホールドに気液混合ユ  
ニットを設置した構成とすることもできる。また、上記  
実施例 1、2 の電池本体において、複数のセルとセパ  
レータとを積層させた積層構造であるが、電池本体が単一  
のセルからなる場合でも同様に実施することができる。

【0070】また、上記実施例 1、2 においては、運転  
時に、水に燃料ガスを分散させた気液混合物をアノード  
側チャンネルに供給する例を示したが、本発明は、アノ  
ード側チャンネルに供給する燃料ガスにアスピレータ等で水  
を噴霧するような場合においても適用することができ  
る。

【0071】

【発明の効果】このように、本発明によれば、燃料ガス  
に水を添加しながら運転する固体高分子型燃料電池の起  
動時において、チャンネルの閉塞があると判断されるとき  
には、燃料ガスに水が添加されないため、すみやかにチ  
ャンネルの閉塞が解除され、チャンネルの閉塞がなくなった  
と判断された段階で、水が添加され通常運転に入るよう  
になっているので、起動時間の短縮がなされる。

【0072】ここで、チャンネルの閉塞の有無の判断は、  
電池本体或は積層ブロックの電圧を測定し、設定電圧と  
比較するという方法で行われるので、比較的手軽で確実  
な判断を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の起動方法が適用される固体高分子型燃\*

\* 料電池の全体構成を示す斜視図である。

【図 2】図 1 に示す固体高分子型燃料電池の模式図であ  
る。

【図 3】電池本体 2 及び気液混合ユニット 4 の構成を示  
す分解斜視図である。

【図 4】上部マニホールド 14 及び気液混合ユニット 4  
の内部構造を示す断面図である。

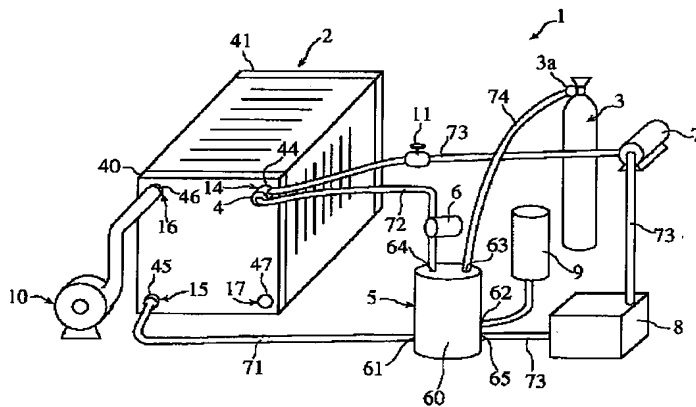
【図 5】固体高分子型燃料電池 1 の制御を行うための回  
路を示す図である。

【図 6】起動時における制御部 90 の動作を示すフロー  
チャートである。

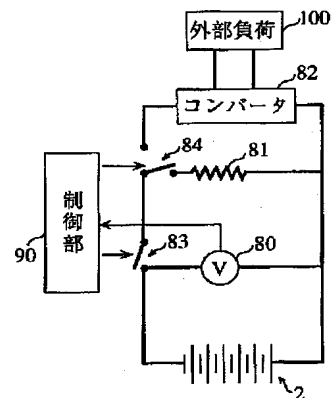
【符号の説明】

- 1 固体高分子型燃料電池
- 2 電池本体
- 4 気液混合ユニット
- 6 燃料ガスポンプ
- 7 水循環ポンプ
- 10 空気供給ファン
- 11 開閉バルブ
- 20 セル
- 21 固体高分子膜
- 22 アノード層
- 23 カソード層
- 30 セパレータ
- 31 アノード側チャンネル
- 32 カソード側チャンネル
- 80 電圧計
- 90 制御部

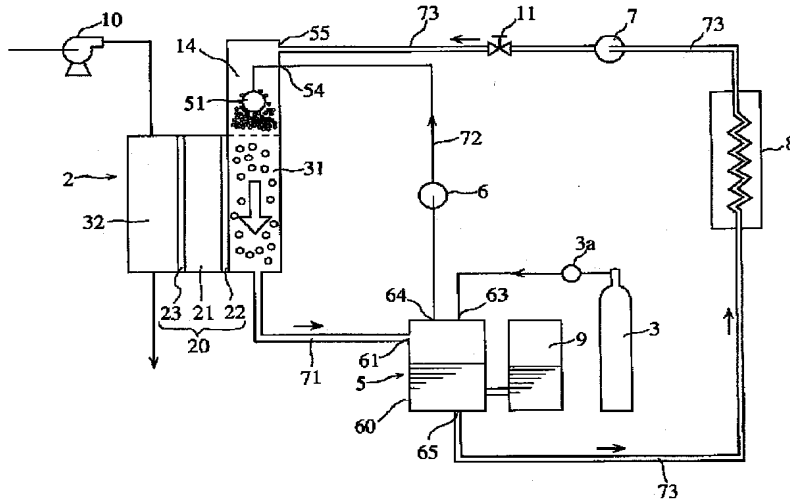
【図 1】



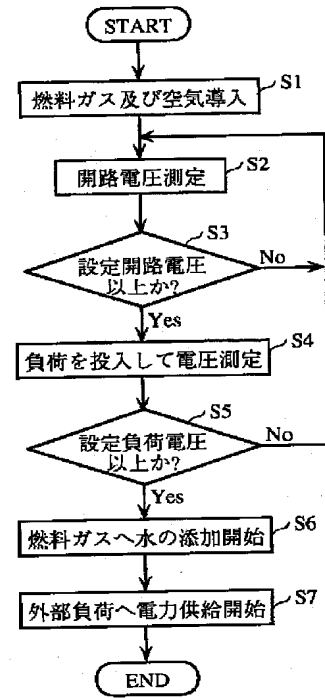
【図 5】



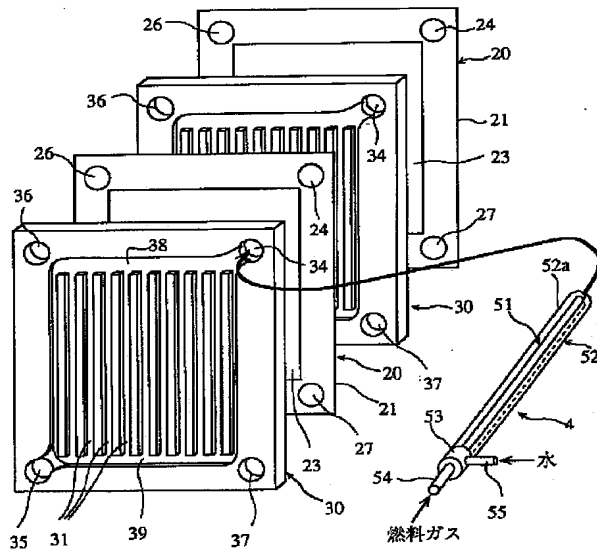
【図2】



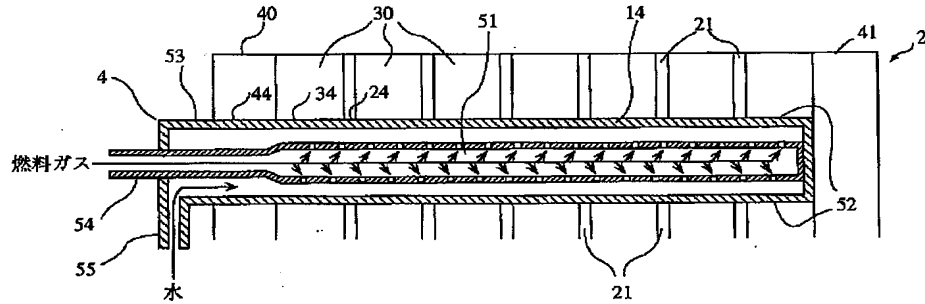
【図6】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三宅 泰夫  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内